

Description

Domaine technique

5 **[0001]** La présente description concerne de façon générale les réseaux thermo-hydrauliques, et plus particulièrement les stations de commande de la consommation de de tels réseaux. La présente description concerne, en particulier, les réseaux thermo-hydrauliques comprenant plusieurs sources d'énergie thermique, et permettant la réinjection d'énergie provenant d'une première source d'énergie vers une deuxième source d'énergie.

10 Technique antérieure

[0002] Un réseau de distribution thermo-hydraulique est un réseaux comprenant un ou plusieurs fluides et une ou plusieurs sources de chaleur et/ou un ou plusieurs points froids permettant de modifier la température du ou des fluides.

15 **[0003]** De tels réseaux sont utilisés, par exemple, pour le chauffage ou pour le refroidissement d'un réseau, comme un bâtiment ou un ensemble de bâtiments.

[0004] Il serait souhaitable de pouvoir améliorer, au moins en partie, certains aspects des réseaux thermo-hydrauliques connus.

Résumé de l'invention

20 **[0005]** Il existe un besoin pour des réseaux thermo-hydrauliques plus performants.

[0006] Il existe un besoin pour des réseaux thermo-hydrauliques plus performants, et comprenant plusieurs sources de chaleur et/ou de points froids différents.

25 **[0007]** Il existe un besoin pour des réseaux thermo-hydrauliques plus performants, et comprenant comme première source de chaleur le réseau urbain, et comme deuxième source de chaleur la récupération de l'énergie solaire.

[0008] Un mode de réalisation pallie tout ou partie des inconvénients des réseaux thermo-hydrauliques connus.

[0009] Un mode de réalisation prévoit un réseau thermo-hydraulique comprenant une ou plusieurs stations bidirectionnelles de réinjection d'énergie provenant d'une première source de chaleur vers le réseau alors qu'une deuxième source de chaleur est utilisée.

30 **[0010]** Un mode de réalisation prévoit une station thermo-hydraulique comprenant :

- une première unité adaptée à échanger de l'énergie thermique avec un consommateur, dans laquelle l'énergie thermique peut provenir d'une première source d'énergie thermique et/ou d'une deuxième source d'énergie thermique ; et
- 35 - un contrôleur de réinjection adapté à réinjecter un surplus d'énergie thermique provenant de la deuxième source d'énergie thermique dans la première source d'énergie thermique lorsque la deuxième source d'énergie thermique fournit une première puissance thermique supérieure à une deuxième puissance thermique demandée par ledit consommateur, ledit contrôleur de réinjection fournissant une température de consigne à une unité de réinjection, la température de consigne étant égale à :
- 40 - une première température quand la première puissance est supérieure à une troisième puissance ;
- une deuxième température quand la première puissance est inférieure à une quatrième puissance.

[0011] Selon un mode de réalisation, la première température est égale à une quatrième température de consigne de la première source d'énergie thermique.

45 **[0012]** Selon un mode de réalisation, la première température est définie par un modèle adaptatif prenant en compte une ou plusieurs variables choisies dans le groupe suivant : la température extérieure, l'ensoleillement, l'heure, une information calendaire.

[0013] Selon un mode de réalisation, la première température est définie, en outre, partiellement par un modèle d'apprentissage.

50 **[0014]** Selon un mode de réalisation, l'unité de réinjection comprend une deuxième vanne adaptée à gérer les démarrages et les arrêts de ladite station.

[0015] Selon un mode de réalisation, ledit modèle d'apprentissage utilise ladite deuxième vanne.

[0016] Selon un mode de réalisation, ledit modèle adaptatif utilise, en outre, des données obtenues par une autre station thermo-hydraulique.

55 **[0017]** Selon un mode de réalisation, la deuxième température est égale à une cinquième température de consigne de la deuxième source d'énergie thermique, lorsqu'aucun surplus d'énergie n'est réinjecté.

[0018] Selon un mode de réalisation, la deuxième température est déterminée en utilisant une méthode de calcul similaire à une méthode de calcul utilisée pour obtenir une cinquième température de consigne dudit consommateur.

[0019] Selon un mode de réalisation, la troisième puissance est égale à un premier pourcentage de la deuxième puissance thermique.

[0020] Selon un mode de réalisation, la quatrième puissance est égale à un deuxième pourcentage de la deuxième puissance thermique, le deuxième pourcentage étant inférieur au premier pourcentage.

5 **[0021]** Selon un mode de réalisation, les première et deuxième sources d'énergie thermique sont des sources de chaleur.

[0022] Selon un mode de réalisation, la première source d'énergie thermique est un réseau de chaleur, par exemple un réseau de chauffage.

[0023] Selon un mode de réalisation, la deuxième source d'énergie thermique est une source d'énergie solaire.

10 **[0024]** Selon un mode de réalisation, les première et deuxième sources d'énergie thermique sont des points froids.

Brève description des dessins

15 **[0025]** Ces caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres, seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

la figure 1 représente un mode de réalisation d'une station bidirectionnelle d'un réseau thermo-hydraulique ;

20 la figure 2 représente, plus en détail, le mode de réalisation de la figure 1 ;

la figure 3 représente un graphique illustrant le fonctionnement et le contrôle du mode de réalisation des figures 1 et 2 ;

la figure 4 représente un autre graphique illustrant le fonctionnement du mode de réalisation des figures 1 et 2 ; et

25 la figure 5 représente un autre graphique illustrant le fonctionnement du mode de réalisation des figures 1 et 2.

Description des modes de réalisation

30 **[0026]** De mêmes éléments ont été désignés par de mêmes références dans les différentes figures. En particulier, les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différents modes de réalisation peuvent présenter les mêmes références et peuvent disposer de propriétés structurelles, dimensionnelles et matérielles identiques.

[0027] Par souci de clarté, seuls les étapes et éléments utiles à la compréhension des modes de réalisation décrits ont été représentés et sont détaillés.

35 **[0028]** Sauf précision contraire, lorsque l'on fait référence à deux éléments connectés entre eux, cela signifie directement connectés sans éléments intermédiaires autres que des conducteurs, et lorsque l'on fait référence à deux éléments reliés (en anglais "coupled") entre eux, cela signifie que ces deux éléments peuvent être connectés ou être reliés par l'intermédiaire d'un ou plusieurs autres éléments.

40 **[0029]** Dans la description qui suit, lorsque l'on fait référence à des qualificatifs de position absolue, tels que les termes "avant", "arrière", "haut", "bas", "gauche", "droite", etc., ou relative, tels que les termes "dessus", "dessous", "supérieur", "inférieur", etc., ou à des qualificatifs d'orientation, tels que les termes "horizontal", "vertical", etc., il est fait référence sauf précision contraire à l'orientation des figures.

[0030] Sauf précision contraire, les expressions "environ", "approximativement", "sensiblement", et "de l'ordre de" signifient à 10 % près, de préférence à 5 % près.

45 **[0031]** La figure 1 représente, schématiquement et sous forme de blocs, un mode de réalisation d'une station thermo-hydraulique 100 bidirectionnelle.

50 **[0032]** La station thermo-hydraulique 100 bidirectionnelle, appelée ci-après station 100, est une interface permettant de fournir à un consommateur 120 (USER) une énergie thermique à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie thermique. Dans la suite de la description, la station 100 est adaptée à être utilisée dans un réseau de chauffage, le consommateur est donc un réseau d'un bâtiment ou directement un moyen de chauffage comme un radiateur. Selon une variante accessible à la personne du métier, la station 100 est adaptée à être utilisée dans un réseau froid, aussi appelé réseau frigorifique.

[0033] On appelle ici "énergie thermique" l'énergie cinétique d'un ensemble de particules fluides fourni à la station 100. L'énergie thermique peut être de la chaleur, dans le cas d'une température haute et d'un réseau de chauffage. L'énergie thermique peut aussi être de l'énergie froide, dans le cas d'une température basse et d'un réseau frigorifique.

55 **[0034]** On appelle ici "source d'énergie thermique" une source fournissant un fluide véhiculant une énergie thermique, froide ou chaude. Différents exemples de sources d'énergie thermique sont décrites ci-après.

[0035] La station 100 est adaptée, plus particulièrement, à recevoir de l'énergie de la part de plusieurs sources d'énergies thermiques, au moins deux. Ainsi, en figure 1, la station 100 reçoit de l'énergie thermique de la part d'une

première source 151 (DHN) et d'une deuxième source 152 (Solar Field). La personne du métier est apte à adapter le mode de réalisation de la station 100 à plus de deux sources d'énergie thermiques. La figure 1 représente donc plus particulièrement un système comprenant la station thermo-hydraulique, le consommateur 120, et les deux sources d'énergie thermique 151 et 152.

[0036] Selon un exemple préféré, la première source 151 est le réseau de chauffage urbain ("District Heating Network") comprenant une ligne d'arrivée La(T_DHN_a) transportant un fluide à une première température T_DHN_a, et une ligne de retour Lr(T_DHN_r) transportant un fluide à une deuxième température T_DHN_r. Selon un exemple, le fluide transporté par les lignes d'arrivée La(T_DHN_a) et de retour Lr(T_DHN_r) est l'eau. Les lignes d'arrivée La(T_DHN_a) et de retour Lr(T_DHN_r) présente une différence de pression notée ΔP_{DHN} .

[0037] Selon un exemple préféré, la deuxième source 152 est une source d'énergie solaire, aussi appelée champ solaire. Un exemple de source 152 est décrit plus en détail en relation avec la figure 2.

[0038] D'autres sources d'énergie thermique peuvent être utilisées ici, et sont à la portée de la personne du métier, comme une source de chaleur de récupération, ou chaleur fatale, industrielle, ou une source formée par un rejet de chaleur d'une machine de froid.

[0039] Selon un mode de réalisation, la station 100 est une station thermo-hydraulique bidirectionnelle, qui est tout particulièrement adaptée à :

- fournir de l'énergie thermique à un consommateur à partir de la première source 151 et/ou de la deuxième source 152 ; et
- réinjecter un surplus d'énergie thermique fourni par la première source 151, ou la deuxième source 152, dans l'autre source, c'est-à-dire la deuxième source 152 ou la première source 151.

[0040] Dans l'exemple illustré en figure 1, la station 100 est tout particulièrement adaptée à réinjecter un surplus d'énergie thermique fourni par la deuxième source 152 dans la première source 151.

[0041] Pour cela, la station 100 comprend :

- une unité de consommation 101 (Cons Unit) ;
- un contrôleur de consommation 102 (Cons CMD) ;
- une unité de réinjection 103 (Re-injection unit) ; et
- un contrôleur de réinjection 104 (Re-injection CMD).

[0042] L'unité de consommation 101 est directement reliée au consommateur 120, et est adaptée à lui fournir de l'énergie thermique. Pour cela, l'unité de consommation 101 est reliée au consommateur 120 par un premier canal fournissant un fluide à une température Tcons,s, et par un deuxième canal recevant ledit fluide de la part du consommateur 120, ce fluide n'étant généralement plus à la température Tcons,s mais à une température inférieure à la température Tcons,s. L'unité de consommation 101 est, en outre, reliée à l'unité de réinjection 103 par un premier canal lui permettant de recevoir un fluide à une température Thot, et par un deuxième canal lui permettant de fournir ledit fluide usagé à une température Tcold. La température Tcold est inférieure ou égale à la température Thot.

[0043] Le contrôleur de consommation 102 est adapté à commander l'unité de consommation 101. Pour cela, le contrôleur de consommation 102 est adapté à recevoir une donnée mesurée représentative de la température Tcons,s de la part de l'unité de consommation 101, et à fournir, à l'unité 101, une commande de consommation CMD-Cons. La nature et l'utilisation de la commande CMD_Cons sont décrites plus en détail en relation avec la figure 2.

[0044] L'unité de réinjection 103 est directement reliée aux deux sources d'énergie thermique 151 et 152 et à l'unité de consommation, comme décrit précédemment. L'unité de réinjection est adaptée à utiliser l'énergie thermique fournie par la deuxième source 152 soit pour l'envoyer directement au consommateur, soit pour la réinjecter dans la première source. Ce fonctionnement est décrit plus en détails en relation avec les figures 2 et 3.

[0045] Ainsi, l'unité de réinjection 103 est reliée à la première source 151 par un premier canal lui permettant de recevoir le fluide à la température Thot, et par un deuxième canal lui permettant de fournir le fluide à la température Tcold. L'unité de réinjection 103 est reliée à la deuxième source 152 par un premier canal lui permettant de recevoir un fluide à la température Tsol, et par un deuxième canal lui permettant de fournir le fluide usagé à une température inférieure ou égale à la température Tsol.

[0046] Le contrôleur de réinjection 104 est adapté à commander l'unité de réinjection 103. Pour cela, le contrôleur de réinjection est adapté à recevoir différentes données de la part de l'unité de consommation 101, l'unité de réinjection 102, de la deuxième source 152, et d'un capteur de température extérieure (non représenté en figure 1). Toutes ces données seront détaillées en relation avec la figure 1.

[0047] Le contrôleur de réinjection 104 est adaptée à fournir, en sortie une commande de réinjection CMD_Reinj représentant, entre autres, une température de consigne Treinj,sp. Le contrôleur de réinjection 104 comprend, en outre,

un calculateur 104-1 (Calc) adapté à fournir la valeur de la température de consigne Treinj,sp. Le contrôleur de réinjection 104 et son calculateur 104-1 sont décrits plus en détails en relation avec les figures 2 et 3.

[0048] La figure 2 représente, schématiquement et, partiellement sous forme de blocs, plus en détails un exemple de réalisation d'une station 200 du type du mode de réalisation de station thermo-hydraulique 100 décrit en relation avec la figure 1.

[0049] La station thermo-hydraulique 200, appelée ci-après station 200, est, comme la station 100 décrite en relation avec la figure 1, une interface permettant de fournir au consommateur 120 (USER) une énergie thermique à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie thermique. La station 200 est adaptée, plus particulièrement, à recevoir de l'énergie de la part de la première source 151 (DHN) et de la deuxième source 152 (Solar Field) décrites en relation avec la figure 1. De plus, la station 200 est bidirectionnelle, et permet donc de diriger un surplus d'énergie thermique d'une source vers l'autre. La station 200 est adaptée, plus particulièrement, à réinjecter un surplus d'énergie thermique de la deuxième source 152 vers la première source 151 (DHN).

[0050] Comme décrit précédemment, la première source 151 peut être le réseau de chauffage urbain, et la deuxième source 152 est une source d'énergie thermique solaire, ou champ solaire 152.

[0051] La deuxième source 152 comprend un fluide, par exemple de l'eau ou du glycol, qui est chauffée en utilisant de l'énergie solaire, par exemple en utilisant des panneaux solaires qui ne sont pas représentés en figure 2. Selon un exemple de réalisation, la deuxième source 152 comprend :

- un pyranomètre Py152 ;
- un compteur d'énergie CNT152 ;
- une pompe P152 ; et
- une vanne Vsol152.

[0052] Le pyranomètre Py152 est un capteur permettant de mesurer l'ensoleillement capté par les panneaux solaires. En particulier, le pyranomètre Py152 est placé avec une même inclinaison que les panneaux solaires. L'ensoleillement est une mesure de puissance électrique surfacique dont l'unité est le Watt par mètre carré.

[0053] Le compteur d'énergie CNT152 permet de calculer la puissance Qsol liée à l'énergie thermique solaire récoltée par les panneaux solaires. Autrement dit, le compteur d'énergie CNT152 est adaptée à calculer la puissance Qsol fournie par la source 152. Le compteur CNT152 est positionné avant le canal fournissant le fluide à la température Tsol à l'unité de réinjection.

[0054] La pompe P152 permet de commander le débit du fluide utilisé par la deuxième source 152.

[0055] La vanne Vsol152 est optionnelle, et est positionnée sur un canal en amont de la pompe P152. La vanne Vsol152 permet de protéger la source 152 contre le gel pendant une phase de démarrage.

[0056] Comme la station 100, la station 200 comprend :

- une unité de consommation 201 (Cons Unit) du type de l'unité de consommation 101 ;
- un contrôleur de consommation 202 (Cons CMD) du type du contrôleur de consommation 102 ;
- une unité de réinjection 203 (Re-injection unit) du type de l'unité de réinjection 103 ; et
- un contrôleur de réinjection 204 (Re-injection CMD) du type du contrôleur de réinjection 204.

[0057] L'unité de consommation 201 comprend :

- un échangeur E201 ;
- une pompe P201 ;
- une vanne Vcons201 ; et
- un compteur d'énergie CNT201.

[0058] L'échangeur E201 est adapté à recevoir le fluide à la température Thot et à procéder à l'échange thermique avec le consommateur 120 pour obtenir le fluide à la température Tcons,s qui est, ensuite fourni au consommateur.

[0059] La pompe P201 permet de commander le débit dans l'échangeur E201.

[0060] La vanne Vcons201 permet d'ajuster la quantité de fluide envoyée dans l'échangeur E201. La vanne Vcons201 est commandée par le contrôleur de consommation 202.

[0061] Le compteur d'énergie CNT201 permet de calculer la puissance Qcons liée à l'énergie thermique fournie au consommateur 120. Le compteur CNT152 est positionné avant le canal fournissant le fluide à la température Tcold à l'unité de réinjection 203.

[0062] Comme dit précédemment, le contrôleur de consommation 202 est adapté à commander l'unité de consommation 202. Pour cela, le contrôleur de consommation 202 est adapté à recevoir une donnée mesurée représentative de la température Tcons,s de la part de l'unité de consommation 201, et à fournir, à l'unité 101, une commande de

consommation CMD-Cons. La commande de consommation CMD-Cons permet de commander la vanne Vcons201, et en particulier de définir son pourcentage d'ouverture.

[0063] L'unité de réinjection 203 comprend :

- 5 - un échangeur E203 ;
- une pompe P203 ;
- une vanne Vreinj203 ; et
- une vanne VBP203.

10 **[0064]** L'échangeur E203 est adapté à recevoir le fluide à la température Tsol de la part de la source 152 et à procéder à l'échange thermique avec le fluide à la température Thot.

[0065] La pompe P203 permet de commander le débit dans l'échangeur E203.

[0066] La vanne Vreinj203 permet d'ajuster la quantité de fluide envoyée dans l'échangeur E203. La vanne Vreinj203 est commandée par le contrôleur de réinjection 204.

15 **[0067]** La vanne VBP203 est optionnelle, et permet de gérer les phases de démarrage et d'arrêt de l'unité de réinjection 203. La vanne VBP203 est commandée par le contrôleur réinjection 204. Selon un exemple, la vanne VBP203 permet de s'assurer que la température Treinj en sortie de l'échangeur E203 est à la bonne température avant de la réinjecter sur le réseau, et ce tout particulièrement pendant les phases de démarrage.

[0068] Comme dit précédemment, le contrôleur de réinjection 204 est adapté à commander l'unité de réinjection 203.

20 Pour cela, le contrôleur de réinjection est adapté à recevoir différentes données de la part de l'unité de consommation 201, l'unité de réinjection 202, de la deuxième source 152, et d'un capteur de température extérieure (non représenté en figure 1) fournissant la température extérieure Text.

[0069] Plus particulièrement, le contrôleur de réinjection est adapté à recevoir, par exemple :

- 25 - la valeur mesurée de la température extérieure Text ;
- la valeur mesurée par l'ensoleillement par le pyranomètre Py152 ;
- la valeur mesurée de la température Tsol ;
- la valeur mesurée de la température Tsol,r correspondant à la température du fluide en sortie de l'échangeur E203 ;
- la valeur mesurée par le compteur CNT152 ;
- 30 - la valeur mesurée de la température Treinj du fluide en sortie de l'unité de réinjection ;
- la valeur mesurée par le compteur CNT201 ; et
- l'état d'ouverture de la vanne Vcons201.

35 **[0070]** De plus, comme dit précédemment, le contrôleur de réinjection 204 est adaptée à fournir, en sortie, une commande de réinjection CMD_Reinj représentant, entre autres, une température de consigne Treinj,sp. Le contrôleur de réinjection 204 comprend, en outre, un calculateur 204-1 (Calc), du type du calculateur 104-1, adapté à fournir la valeur de la température de consigne Treinj,sp.

[0071] Pour calculer la valeur de la température de consigne Treinj,sp, le calculateur 204-1 utilise, entre autres, les données suivantes :

- 40 - la valeur mesurée de la température extérieure Text ;
- la valeur mesurée par le compteur CNT152 ;
- la valeur mesurée par le compteur CNT201 ; et
- l'état d'ouverture de la vanne Vcons201.

45 **[0072]** Le fonctionnement du contrôleur de réinjection 204 et du calculateur 204-1 sont décrits en relation avec la figure 3.

[0073] La figure 3 est un graphique 301 représentant l'évolution de la température de consigne Treinj,sp fournit par le calculateur 204-1 en fonction de l'évolution des puissances Qcons et Qsol.

50 **[0074]** Plus particulièrement, le graphique 301 représente l'évolution en hystérésis de la température de consigne Treinj,sp en fonction de l'évolution des puissances Qcons et Qsol, c'est-à-dire en fonction d'un ratio de puissance donnée par la formule mathématique suivante :

[Math 1]

$$\frac{Q_{cons} - Q_{sol}}{Q_{cons}}$$

[0075] Le fonctionnement général de la station 200, et de la station 100, est le suivant.

[0076] Lorsque la source 152 ne produit pas d'énergie, seule la source 151 est utilisée pour fournir une énergie thermique au consommateur 120. La source 152 et l'unité de réinjection 203 ne sont pas utilisées.

[0077] Lorsque la puissance Q_{cons} consommée par le consommateur 120 est supérieure à la puissance Q_{sol} fournie par la source 152, l'énergie fournie par la source 152 est entièrement destinée à être utilisée par le consommateur 120. La source 151 est utilisée pour compléter l'énergie thermique fournie par la source 152 pour que la station soit capable de fournir complètement la puissance Q_{cons} . Les deux sources 151 et 152 sont donc utilisées pour fournir de l'énergie thermique au consommateur 120. C'est le mode d'autoconsommation.

[0078] Lorsque la puissance Q_{cons} consommée par le consommateur 120 est inférieure à la puissance Q_{sol} fournie par la source 152. L'énergie fournie par la source 152 n'est plus entièrement destinée à être utilisée par le consommateur 120, mais est aussi destinée à être réinjectée dans la source 151. La source 152 est donc utilisée pour fournir la puissance Q_{cons} , mais aussi pour fournir le reste de sa puissance obtenue à la source 151. C'est le mode de réinjection.

[0079] C'est le contrôleur de réinjection 204 qui commande les différents modes de fonctionnement. Le calculateur 204-1 fournit la température de consigne à la sortie de l'échangeur E203 en fonction de ces modes de fonctionnement.

[0080] Lorsque la puissance Q_{sol} devient supérieure à une première puissance Q_1 , la température de consigne $T_{reinj,sp}$ augmente pour être égale à une température de consigne $T_{sp,DHN}$ de la première source 151. Cette variation est signifiée par un point A1 ($Q_{sol}=Q_1$) en figure 3.

[0081] Lorsque la puissance Q_{sol} devient inférieure à une deuxième puissance Q_2 , la température de consigne $T_{reinj,sp}$ diminue pour être égale à une température de consigne $T_{sp,autocons}$ utilisée lors d'un mode d'autoconsommation qui est, généralement, inférieure à la température $T_{sp,DHN}$. Cette variation est signifiée par un point A2 ($Q_{sol}=Q_2$) en figure 3.

[0082] La première puissance Q_1 est, par exemple, définie comme étant un pourcentage de la puissance consommée Q_{cons} . Selon l'exemple illustré en figure 3, la première puissance Q_1 est égale à quatre-vingt-dix pourcent (90 %) de la puissance consommée Q_{cons} .

[0083] La deuxième puissance Q_2 est, par exemple, définie comme étant un pourcentage de la puissance consommée Q_{cons} mais un pourcentage inférieur au pourcentage définissant la première puissance Q_1 . Selon l'exemple illustré en figure 3, la deuxième puissance Q_2 est égale à quatre-vingt-cinq pourcent (85 %) de la puissance consommée Q_{cons} .

[0084] De plus, il est à noter que l'évolution en hystérésis de la température de consigne $T_{reinj,sp}$ se situe dans la zone pour laquelle ce ratio de puissance défini précédemment est positif. Cela permet de protéger le réseau d'une réinjection avec une température de réinjection trop faible.

[0085] En ce qui concerne la température de consigne $T_{sp,DHN}$, elle peut être définie de différentes manières.

[0086] Selon un premier mode de réalisation, la température $T_{sp,DHN}$ peut être une valeur fixe.

[0087] Selon un deuxième mode de réalisation, la température $T_{sp,DHN}$ peut être définie par une loi d'eau adaptée prenant en compte la température extérieure et la température $T_{DHN,a}$. On appelle ici la "loi d'eau adaptée" la loi d'eau estimée du réseau de chaleur 151 au niveau de sa centrale de production qui prend en compte les pertes thermiques entre ladite centrale de production et la sous-station d'intérêt 200. En effet, pour améliorer la durée de vie des canaux, ou tuyaux, transportant le fluide, il est intéressant d'avoir une température $T_{sp,DHN}$ proche de la température $T_{DHN,a}$.

[0088] Selon un troisième mode de réalisation, la température $T_{sp,DHN}$ peut être définie en utilisant un modèle adaptatif représentant l'évolution de la température $T_{DHN,a}$. En particulier, ce modèle adaptatif pourrait se baser sur un ou plusieurs algorithmes, dont, par exemple, un algorithme d'intelligence artificielle, utilisant comme variables :

- une ou plusieurs mesures de la température extérieure T_{ext} ;
- une ou plusieurs mesures l'ensoleillement ;
- des informations calendaires, comme le jour de la semaine, la date, l'heure, des plages calendaires prédéfinies, etc.

[0089] Selon un quatrième mode de réalisation, la température $T_{sp,DHN}$ peut être définie en utilisant un modèle adaptatif représentant l'évolution de la température $T_{DHN,a}$, et ayant une capacité d'apprentissage. Comme le troisième mode de réalisation, dans celui-ci, le modèle adaptatif pourrait se baser sur un ou plusieurs algorithmes, dont, par exemple, un algorithme d'intelligence artificielle, utilisant comme variables :

- une ou plusieurs mesures de la température extérieure ;
- une ou plusieurs mesures l'ensoleillement ;
- des informations calendaires, comme le jour de la semaine, la date, l'heure, des plages calendaires prédéfinies, etc.

[0090] De plus, une phase d'apprentissage, ou d'enrichissement, du modèle adaptatif du quatrième mode de réalisation pourrait être réalisée lorsque le mode de réinjection est le mode d'utilisation principale, c'est-à-dire que les informations sur la température du réseau ne sont que très rarement récoltées, car le mode consommation n'est quasiment jamais activé. Pour cela, la pompe de réinjection P203 est éteinte, et la vanne de réinjection $V_{reinj203}$ s'ouvre, pour faire circuler

le fluide entre la ligne aller La(T_DHN_a) et la ligne retour Lr(T_DHN_r) de la source 151. Ainsi, la température Thot est bien égale à la température T_DHN_a. Ce qui permet au modèle d'apprentissage de récolter des données à propos de l'évolution de la température T_DHN_a. Une telle réalisation ne peut pas être mise en oeuvre sur de longues durées, puisque la source 152 monte en température. Cependant, cette réalisation peut être mise en oeuvre à différentes phases, par exemple pendant des phases allant de 1 secondes à 10 minutes. Ces phases sont mises en oeuvre à différents moments de la journée pour avoir une vision globale de la gamme de variation de la température du réseau.

[0091] Selon un cinquième mode de réalisation, représentant une amélioration du quatrième mode de réalisation, la vanne VBP203 peut être utilisée pour améliorer le modèle, et aussi pendant un phase d'apprentissage.

[0092] Selon un sixième mode de réalisation, représentant une autre amélioration du quatrième mode de réalisation, il est aussi possible d'utiliser la vanne de réinjection Vreinj203 si la station 200 ne consomme par d'énergie thermique provenant de la source 152, tout en s'assurant que la pompe de réinjection P203 accepte un débit de fluide dans le sens inverse à la marche normale. Une telle mise en oeuvre peut être utilisée pour améliorer le modèle, et aussi pendant un phase d'apprentissage.

[0093] Selon un septième mode de réalisation, le modèle adaptatif décrit précédemment peut prendre en compte, en outre, des données récoltées par une autre station 200, par exemple une station disposée dans un climat relativement équivalent, comme une station géographiquement proche.

[0094] En ce qui concerne la températures de consigne Tsp,autocons, elle peut être définie de différentes manières.

[0095] Selon un premier mode de réalisation, la température de consigne Tsp,autocons est définie en fonction de l'état d'ouverture de la vanne Vcons201. Selon un exemple préféré, un contrôleur, par exemple un contrôleur de type proportionnel intégrateur dérivateur (PID) en boucle fermée, permet de commander l'ouverture de la vanne Vcons201 pour obtenir, en sortie de la station 200, la température Tcons,s proche de la température de consigne. Selon un exemple, le contrôleur 204 est utilisé pour viser une ouverture de la vanne Vcons201 de l'ordre de quatre-vingt-dix pourcent (90 %), assurant ainsi que la demande est satisfaite même pour une température d'entrée réduite. Pour cela, la température de consigne Tsp,autocons peut varier entre une température minimale Tsp,autocons_min et une température maximale Tsp,autocons_max. Ces températures sont, par exemple, données par les formules mathématiques suivantes :

[Math 2]

$$\begin{cases} T_{sp, autocons_min} = T_{sol_max} - \Delta T_{p, sol} \\ T_{sp, autocons_max} = T_{sol, r} + \frac{Q_{sol}}{msol_max * cp} - \Delta T_{p, sol} \end{cases}$$

dans lesquelles :

- Tsol_max représente la température maximale du fluide fournit par la source 152 ;
- $\Delta T_{p, sol}$ représente le pincement estimé de l'échangeur E203 entre le champ solaire et la station bidirectionnelle, c'est-à-dire la différence de température induite par l'échangeur E203 ;
- Tsol,r représente la température de retour de l'échangeur E203 ;
- msol_max représente le débit maximale du fluide de la source 152 ; et
- cp représente la capacité calorifique du fluide circulant dans le champ solaire.

[0096] Selon un deuxième mode de réalisation, la température de consigne Tsp,autocons peut être définie en utilisant la même formule mathématique utilisée pour obtenir la valeur de la température de consigne Tcons,s en fonction de la température extérieure.

[0097] Selon un troisième mode de réalisation, représentant une amélioration du deuxième mode de réalisation, la température de consigne Tsp,autocons peut être définie en utilisant la même formule mathématique utilisée pour obtenir la valeur de la température de consigne Tcons,s en fonction de la température extérieure, mais en utilisant une valeur de correction permettant de modéliser le pincement de température de l'échangeur E201. Selon un exemple, cette valeur de correction est de l'ordre de un à trois degrés.

[0098] Les figures 4 et 5 représentent des mesures de températures effectuées lors d'une simulation de fonctionnement de la station 200. Plus particulièrement, la figure 4 représente un exemple pratique de l'évolution de la température Treinj,sp en fonction du ratio entre les puissances Qsol et Qcons défini en relation avec la figure 3. La figure 5 représente, quant à elle, l'évolution des différentes puissances Qcons, Qsol et QDHN, et l'évolution de fraction solaire, en fonction de plusieurs modes de fonctionnement.

[0099] Plus particulièrement, les trois modes de fonctionnement de la station 200 décrits précédemment sont les suivants :

- le mode A dans lequel la source 152 ne produit pas d'énergie, seule la source 151 alimente le consommateur 120 ;
- le mode B dans lequel le consommateur est alimenté grâce à la source 151 et à la source 152, la source 152 produisant de l'énergie mais pas suffisamment pour alimenter seule le consommateur 120 ; et
- le mode C dans lequel la source 152 produit assez d'énergie pour alimenter le consommateur 120, et réinjecte le surplus d'énergie dans la source 151.

[0100] Ainsi, la figure 4 illustre le comportement décrit en relation avec la figure 3. Le comportement en hystérésis est moins visible en figure 4, car les températures $T_{sp,DHN}$ et $T_{sp,autocons}$ sont susceptibles de varier au cours du temps, par exemple, au moins, en fonction de la température extérieure T_{ext} et de la température de consigne $T_{cons,s}$.

[0101] La figure 5 comprend deux graphiques. Sur le premier graphique, le graphique du haut, sont, plus particulièrement, représentées :

- une courbe 501 représentant l'évolution de la puissance Q_{sol} fournie par la source 152 ;
- une courbe 502 représentant l'évolution de la puissance Q_{cons} consommée par le consommateur ; et
- une courbe 503 représentant l'évolution d'une puissance Q_{DHN} fournie par la source 151.

[0102] Sur le deuxième graphique, le graphique du bas, sont, plus particulièrement, représentées :

- une courbe 506 représentant l'évolution de la fraction solaire, c'est-à-dire le rapport entre la puissance solaire reçue par le bâtiment et la puissance totale consommée par le bâtiment, dans une station bidirectionnelle classique, c'est-à-dire n'utilisant pas les modes de réalisation décrits en relation avec la figure 3 ;
- une courbe 507 représentant l'évolution de la fraction solaire, c'est-à-dire le rapport entre la puissance solaire reçue par le bâtiment et la puissance totale consommée par le bâtiment, dans la station 200 décrite précédemment ;
- une courbe 504 représentant l'évolution de la fraction solaire totale, c'est-à-dire le rapport entre la puissance solaire collectée dans l'échange E203 (envoyée au bâtiment et réinjectée dans le réseau) et la puissance totale consommée par le bâtiment, dans une station bidirectionnelle classique, c'est-à-dire n'utilisant pas les modes de réalisation décrits en relation avec la figure 3 ; et
- une courbe 505 représentant l'évolution de la fraction solaire totale, c'est-à-dire le rapport entre la puissance solaire collectée dans l'échange E203 (envoyée au bâtiment et réinjectée dans le réseau) et la puissance totale consommée par le bâtiment, dans la station 200 décrite précédemment.

[0103] Les graphiques de la figure 5 indiquent que l'énergie thermique récoltée puis fournie par la source 152 est utilisée en plus grande quantité.

[0104] Divers modes de réalisation et variantes ont été décrits. La personne du métier comprendra que certaines caractéristiques de ces divers modes de réalisation et variantes pourraient être combinées, et d'autres variantes apparaîtront à la personne du métier.

[0105] Enfin, la mise en oeuvre pratique des modes de réalisation et variantes décrits est à la portée de la personne du métier à partir des indications fonctionnelles données ci-dessus.

Revendications

1. Système comprenant :

- une station thermo-hydraulique (100 ; 200) ;
- un consommateur (120) ;
- une première source d'énergie thermique (151) ; et
- une deuxième source d'énergie thermique (152), dans laquelle ladite station thermo-hydraulique (100 ; 200) comprend :
- une première unité (101 ; 201) adaptée à échanger de l'énergie thermique avec ledit consommateur (120), dans laquelle l'énergie thermique peut provenir de ladite première source d'énergie thermique (151) et/ou de ladite deuxième source d'énergie thermique (152) ;
- une unité de réinjection (103 ; 203) ;
- un contrôleur de réinjection (104 ; 204) adapté à réinjecter un surplus d'énergie thermique provenant de la deuxième source d'énergie thermique (152) dans la première source d'énergie thermique (151) lorsque la deuxième source d'énergie thermique (152) fournit une première puissance thermique (Q_{sol}) supérieure à une deuxième puissance thermique demandée par ledit consommateur (Q_{cons}), ledit contrôleur de réinjection (104 ; 204) fournissant une température de consigne ($T_{reinj,sp}$) à ladite unité de réinjection (103 ; 203), la température

de consigne ($T_{\text{reinj,sp}}$) étant égale à :

- une première température ($T_{\text{sp,DHN}}$) quand la première puissance (Q_{sol}) est supérieure à une troisième puissance (Q_1) ;
- une deuxième température ($T_{\text{sp,autocons}}$) quand la première puissance est inférieure à une quatrième puissance (Q_2) .

2. Système selon la revendication 1, dans lequel la première température ($T_{\text{sp,DHN}}$) est égale à une quatrième température de consigne ($T_{\text{DHN_a}}$) de la première source d'énergie thermique (151).

3. Système selon la revendication 1, dans lequel la première température ($T_{\text{sp,DHN}}$) est définie par un modèle adaptatif prenant en compte une ou plusieurs variables choisies dans le groupe suivant : la température extérieure, l'ensoleillement, l'heure, une information calendaire.

4. Système selon la revendication 1 ou 3, dans lequel la première température ($T_{\text{sp,DHN}}$) est définie, en outre, partiellement par un modèle d'apprentissage.

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'unité de réinjection (103 ; 203) comprend une vanne (VBP203) adaptée à gérer les démarrages et les arrêts de ladite station (100 ; 200).

6. Système selon les revendications 4 et 5, dans lequel ledit modèle d'apprentissage utilise ladite vanne (VBP203).

7. Système selon les revendications 3 et 4, dans lequel ledit modèle adaptatif utilise, en outre, des données obtenues par une autre station thermo-hydraulique.

8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel la deuxième température ($T_{\text{sp,autocons}}$) est égale à une cinquième température de consigne de la deuxième source d'énergie thermique (152), lorsqu'aucun surplus d'énergie n'est réinjecté.

9. Système selon la revendication 8, dans lequel la deuxième température ($T_{\text{sp,autocons}}$) est déterminée en utilisant une méthode de calcul similaire à une méthode de calcul utilisée pour obtenir une cinquième température de consigne ($T_{\text{cons,s}}$) dudit consommateur.

10. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel la troisième puissance (Q_1) est égale à un premier pourcentage de la deuxième puissance thermique (Q_{cons}).

11. Système selon la revendication 10, dans lequel la quatrième puissance (Q_2) est égale à un deuxième pourcentage de la deuxième puissance thermique (Q_{cons}), le deuxième pourcentage étant inférieur au premier pourcentage.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel les première et deuxième sources d'énergie thermique (151 ; 152) sont des sources de chaleur.

13. Système selon la revendication 12, dans lequel la première source d'énergie thermique (151) est un réseau de chaleur, par exemple un réseau de chauffage.

14. Système selon la revendication 12 ou 13, dans lequel la deuxième source d'énergie thermique (152) est une source d'énergie solaire.

15. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, dans lequel les première et deuxième sources d'énergie thermique (151 ; 152) sont des points froids.

16. Station thermo-hydraulique (100 ; 200) selon le système selon l'une quelconque des revendications 1 à 15.

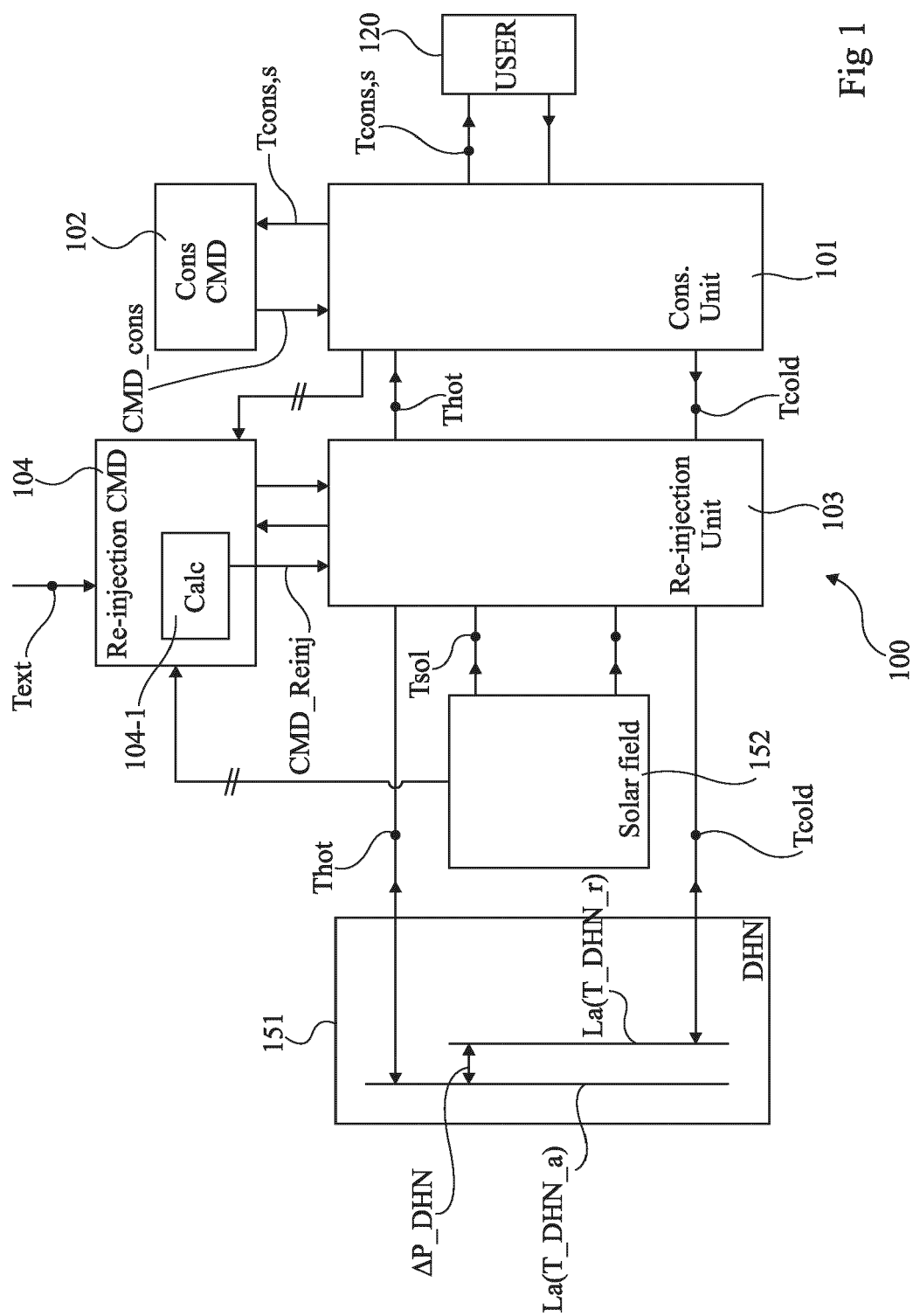


Fig 1

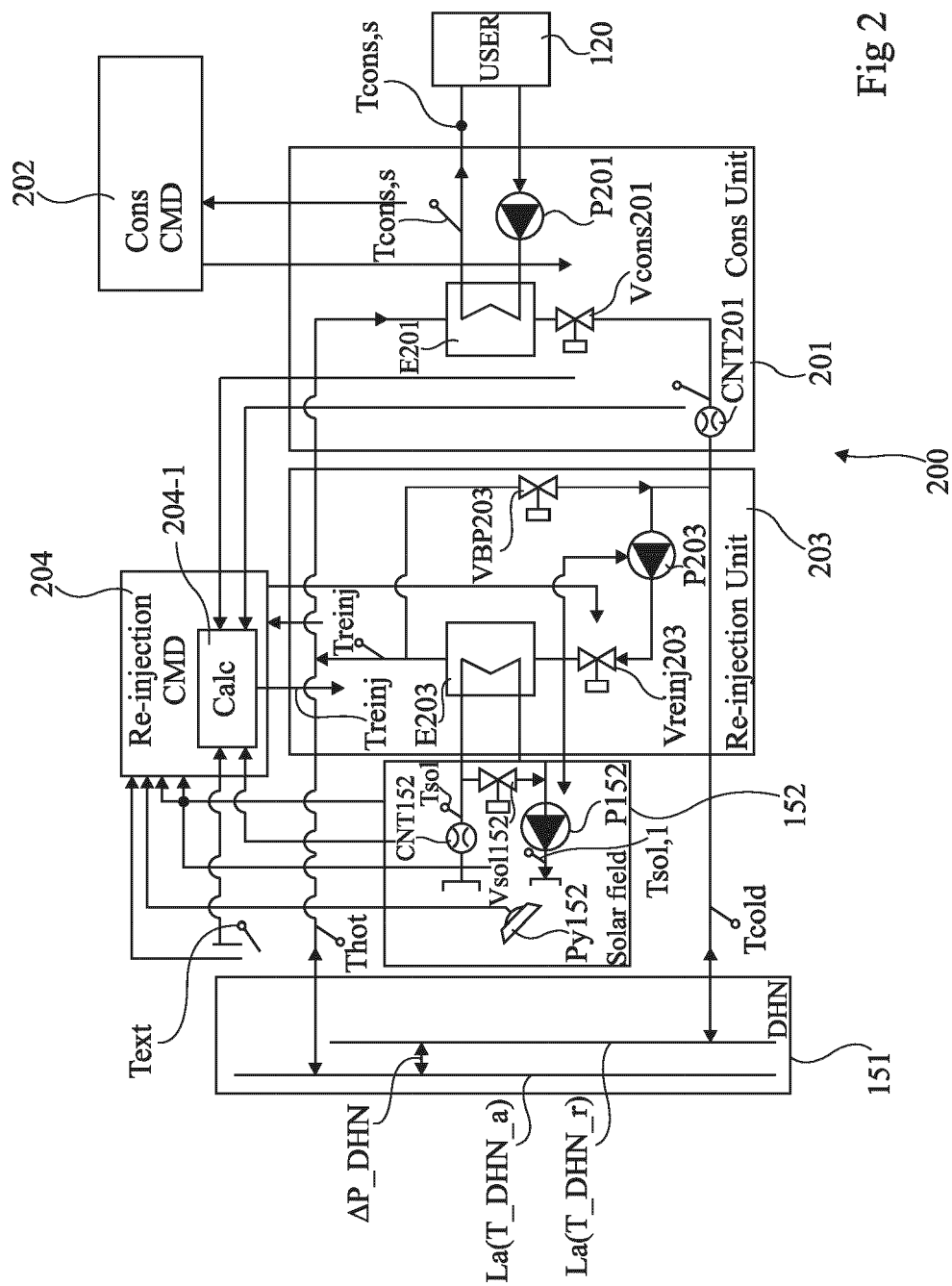


Fig 2

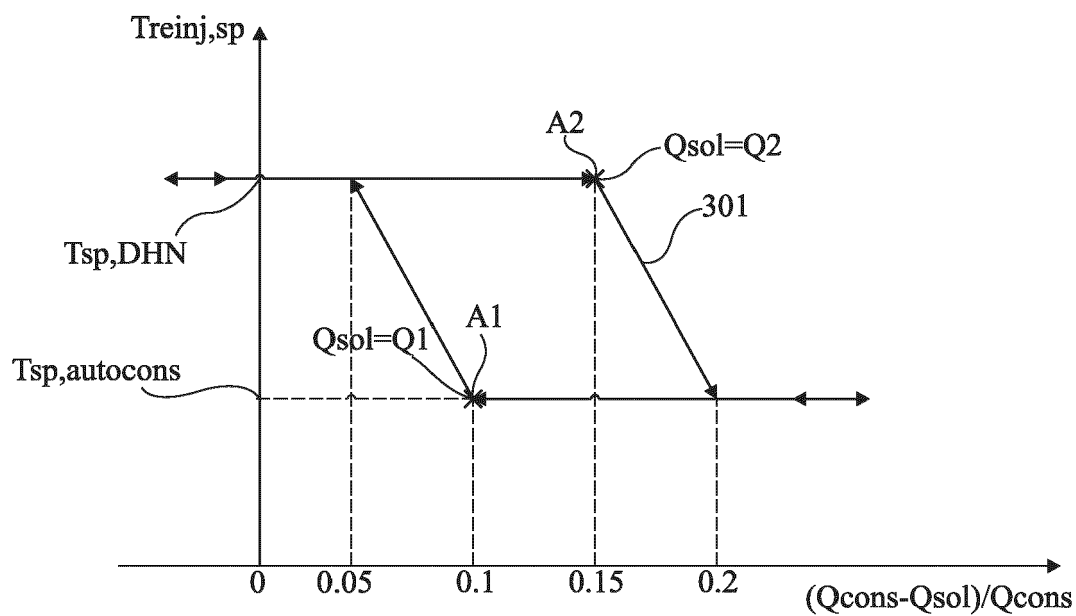


Fig 3

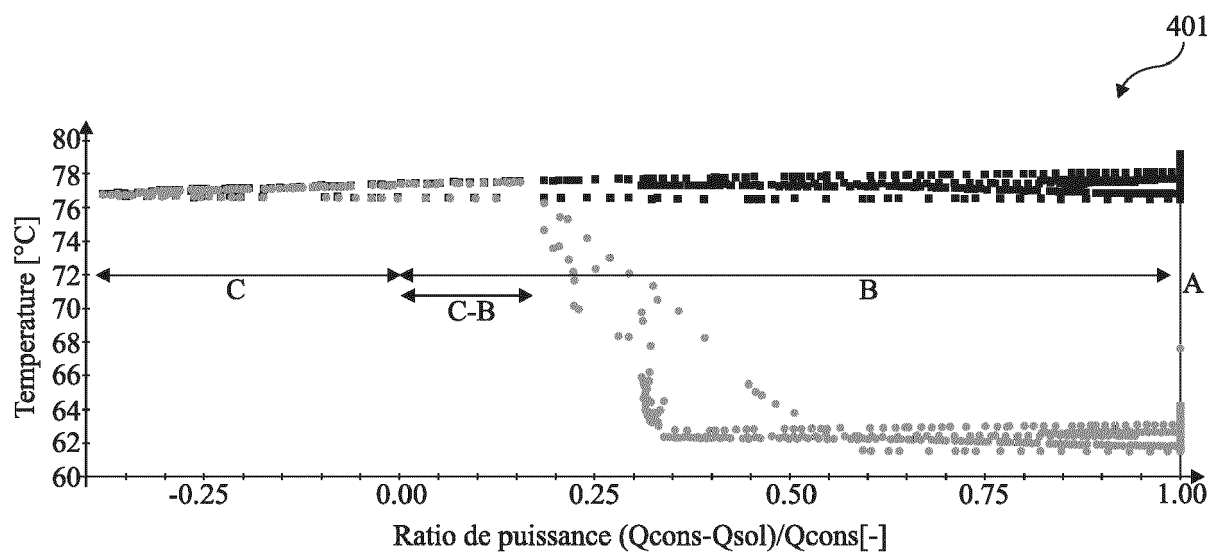


Fig 4

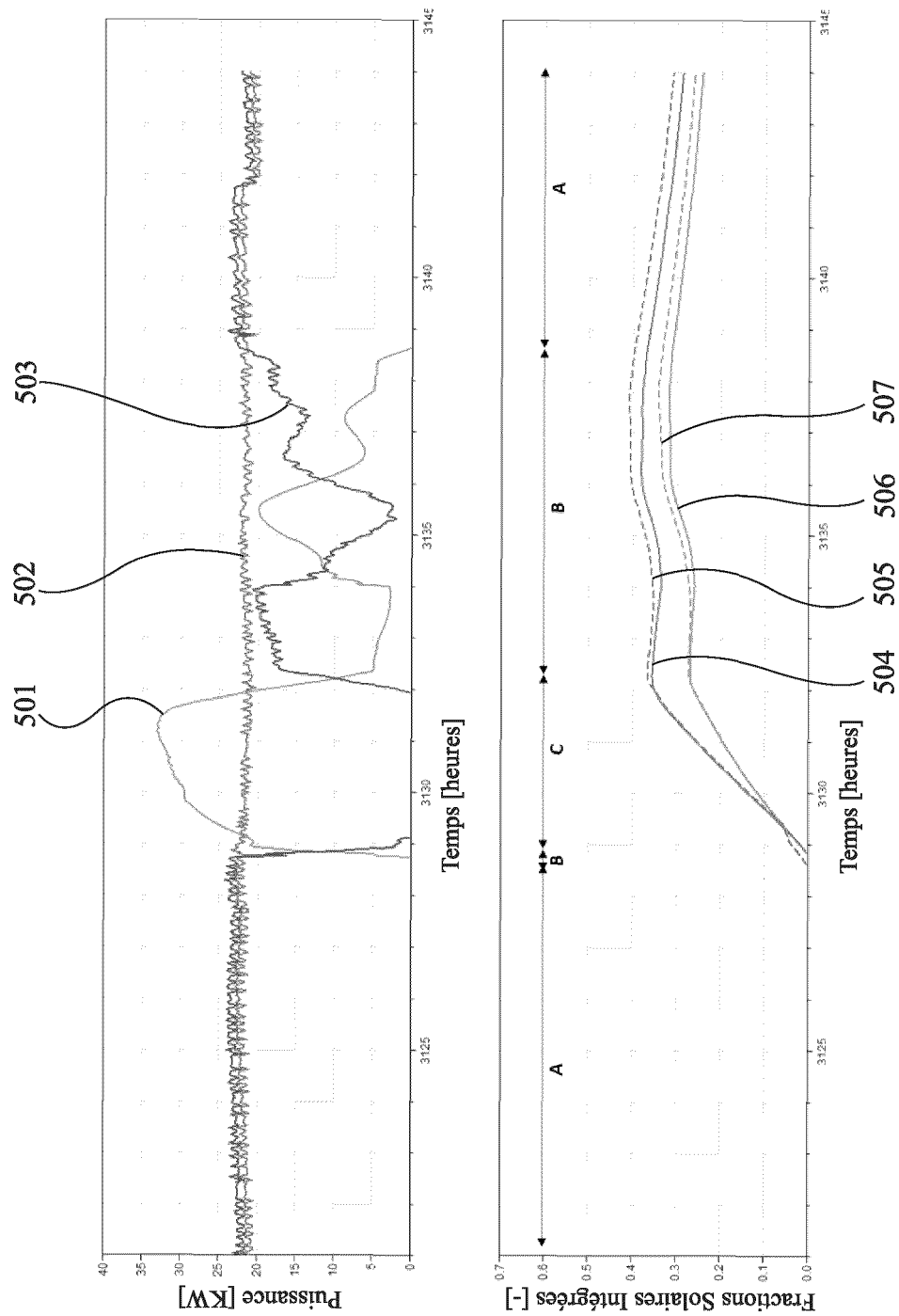


Fig 5



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 24 18 3708

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	EP 2 685 174 A1 (ALFA LAVAL CORP AB [SE]; ALFA LAVAL HES [FR]) 15 janvier 2014 (2014-01-15) * alinéas [0011] - [0073], [0110]; revendication 19; figures 1-2 * -----	1-16	INV. F24D10/00 F24D19/10 F24D12/02 F24H15/258 F24H15/262 F24H15/269
X	CN 110 986 137 B (UNIV XIAN ARCHITECTUR & TECH) 6 juillet 2021 (2021-07-06) * alinéas [0005] - [0071]; revendication 1; figures 1-2 * -----	1,12-16	
X	KR 2023 0067092 A (KOREA DISTR HEATING CORP [KR]; KOREA INST ENERGY RES [KR] ET AL.) 16 mai 2023 (2023-05-16) * alinéas [0033] - [0157]; figures 3-16 * -----	1,12-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			F24D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		8 octobre 2024	Hoffmann, Stéphanie
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 24 18 3708

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-10-2024

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
	EP 2685174 A1	15-01-2014	EP 2685174 A1	15-01-2014
			WO 2014009081 A1	16-01-2014
15	CN 110986137 B	06-07-2021	AUCUN	
	KR 20230067092 A	16-05-2023	AUCUN	
20				
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82